



УДК 338:620

Б. М. Сердюк,

доц., к.т.н.

А. А. Ліщук,

студентка ФММ, Національний технічний університет України «КПІ»

ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ SAIDI, SAIFI ДЛЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Актуальність досліджуваної теми базується на тому, що в Україні практично відсутня практика врахування надійності електропостачання при оцінці економічних збитків. В роботі розглянуто досвід різних країн та їх способи аналізу даної проблематики.

The urgency of the studied theme based on the fact that Ukraine is virtually no practice account when assessing the reliability of power economic losses. This paper reviews the experience of different countries and their ways of analyzing this issue.

Ключові слова: надійність, тривалість, збиток, витрати, споживач, відключення, енергопостачаюча компанія.

Вступ. Розвиток економіки України супроводжується зростанням енергопостачання, яке в свою чергу вимагає збільшення кількості обсягів енергоресурсів, підвищення їх надійності та безперервності у постачанні. Таким чином, врахування надійності електропостачання промислових підприємств постає одним із ключових питань при оцінюванні економічних збитків підприємств-споживачів при ненадійному електропостачанні.

Дослідженням даної проблематики займаються: А. Кулієв, В.Воротницький, Дж. Міллер, В. Непомнящий, В. Лесний, В. Едельман та інші.

Постановка задачі. Метою даної статті є дослідження оцінки надійності електропостачання у різних країнах. Для дослідження поставленої проблеми використані наступні методи: аналізу, синтезу, узагальнення, вимірювання, індукції.

Результати дослідження. Надійність – властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування [6].

Показники надійності - показники якості обслуговування, які вимірюють частоту, тривалість і обсяг перебоїв в обслуговуванні споживачів (підприємств), крім відключення, пов'язані з великими обуреннями [11].

Російські дослідники при аналізі проблеми надійності електропостачання пропонують використовувати систему управління у вигляді рівностороннього трикутника (рис. 1), в центрі якого - сама по собі надійність, а по краях - основні учасники процесу:

- держава, яка декларує пріоритет надійності у вигляді мети для системи енергозабезпечення споживача, в нашому випадку підприємства;
- мережева компанія (енергопостачальна організація), яка декларує надійність як ключовий показник своєї діяльності, тобто продає її;
- споживач, заради якого існує весь процес енергопостачання.

Правильно організована система забезпечення надійності електропостачання промислових підприємств повинна включати її нормування і введення санкцій за її невиконання для мережевих компаній, з одного боку, а з іншого - забезпечити гарантії та захист інтересів підприємств-споживачів. Енергопостачальна компанія повинна забезпечити споживачеві за відповідну плату можливість вибору рівня надійності електропостачання, взявши на себе повноцінну відповідальність за невиконання цих зобов'язань [7].



Рис. 1. Система надійності електропостачання [7]

Найбільш показовим у плані управління надійністю електропостачання на основі економічних і адміністративних методів є досвід США, де основу механізму

управління надійністю електропостачання закладено три складові:

- 1) збиток економіці країни від ненадійного електропостачання;
- 2) вартість надійності на поточний момент часу;
- 3) надійність з точки зору споживача та управління виникаючими ризиками у підприємств – клієнтів компаній з постачання електроенергії [8].

31 країною Європи прийнято новий Європейський стандарт EN 50160-2007 про якість електроенергії. Відповідно до цього стандарту під якість електроенергії розуміється не тільки традиційне відхилення і коливання напруги і частоти, гармонійний склад, несинусоїдальність і несиметрія напруги, питання перенапруження, але і якість безперебійності постачання електроенергії. У Європейський стандарт EN 50160-2007 включений пункт 3.18 «Відключення електропостачання». Мова йде про якість не тільки електроенергії яка постачається, але й про надійність електропостачання, відповідно до якого відключення електропостачання може бути розцінена як:

- передбачене, коли споживачі мережі поінформовані заздалегідь про проведення запланованих робіт на розподільчій мережі;
- випадкові, коли вони спровоковані неусувними або самоусуваються uszkodженнями, у більшості випадків пов'язаними з зовнішніми подіями, з аваріями або зовнішніми причинами. Випадкове відключення постачання електроенергії може бути розцінена як:
 - тривале відключення що перевищує 3 хвилини;
 - короткочасне відключення до 3 хвилин [4].

Як в Європі, так і в США при оцінці надійності підприємств-споживачів прийнято розраховувати індекси надійності електропостачання.

SAIFI - індекс середньої частоти перерв у системі, що характеризує кількість перерв в електропостачанні підприємств-споживачів. Обраховується як співвідношення кількості перерв підприємств-споживачів з вини постачальника електричної енергії, до загальної кількості обслуговуваних підприємств-споживачів [10]:

$$SAIFI = \frac{\text{сумарна к-сть перерв}}{\text{загальна к-сть споживачів}} \quad (1)$$

Таблиця 1.
Середнє значення показника SAIFI для різних країн

Країна	Значення SAIFI, хв./споживача
США	0,9
Великобританія	0,77
Бельгія	0,94
Швеція	1,2
Італія	3,8
Нідерланди	0,14
Франція	1,26
Україна	6,3

Для різних країн середнє значення вище вказаного показника надійності електропостачання наведено у таблиці 1 [9, с. 36].

Отже, значення розглянутого показника надійності електропостачання для України у середньому більше чим 5 разів, ніж у інших країн світу.

SAIDI - індекс середньої тривалості перебоїв у системі, що характеризує середній час, протягом мали місце перерви в електропостачанні споживачам.

Обраховується як співвідношення усередненого часу, протягом якого мали місце перерви в електропостачанні споживачам, до кількості усіх споживачів [10]:

$$SAIDI = \frac{\text{довжина переривів(хв.) * к-ть відключених споживачів}}{\text{загальна к-сть споживачів}} \quad (2)$$

В даний час середня тривалість перебоїв в електропостачанні на підприємство-споживача в Україні перевищує показники західноєвропейських країн в 5 разів і більше.

SAIDI – середня тривалість перерви у постачанні електроенергії.

Використання даної системи індексів не є цілком прийнятним, оскільки вона має ряд особливостей:

- взаємно-незалежними з названих індексів є лише два з них, оскільки за логікою їх формування, третій може бути виведений з рівняння:

$$SAIDI = CAIDI \times SAIFI, \quad (3)$$

де середня тривалість перерви електропостачання споживача за деякий встановлений період SAIDI дорівнює добутку середньої тривалості однієї перерви електропостачання CAIDI на середню кількість перерв електропостачання цього підприємства-споживача за той же період SAIFI;

- при розрахунку оціночних індексів не враховується цілий ряд дуже значущих чинників, а саме:

- необхідний споживачеві рівень надійності електропостачання;
- величина заявленої або середньої за період споживаної потужності;
- величина потужності що відключається;
- вид припинення постачання електричної енергії, ступінь раптовості;
- роль мережевої організації у припиненні поставки електроенергії.

Таким чином, для мінімізації числа показників у визначенні рівня надійності послуг мережевої організації шляхом їх інтеграції доцільніше використовувати один індекс – SAIDI, і при цьому враховувати ряд додаткових уточнюючих факторів, у тому числі з представлених вище. Разом з тим спроба ввести до уваги всі або більшість таких факторів не тільки не підвищить точність оцінки, але в ряді випадків зробить її неможливою через необхідність збору обробки величезного обсягу важкодоступної інформації.

Уточнюючі фактори належить відбирати за суворими критеріями, основними з яких є:

- незалежність факторів один від одного;
- суттєвість впливу характеристики чинника послуг мережевої організації на тяжкість наслідків перерви в постачанні електроенергії для підприємства-споживача;
- простота фіксації характеристики чинника [5].

Внаслідок великої кількості аварій, які супроводжувалися відключенням декількох штатів східного узбережжя США і Канади було проведено ряд досліджень по оцінці наслідків. На основі опитування представників компаній, які потрапили у зону аварії, було оцінено ряд кількісних показників. Необхідно зазначити, що всі типи компаній було поділено на промислові, сферу послуг та інші (таблиця 2).

Таблиця 2.
Розподіл частки підприємств по величині питомого збитку

Вид бізнесу	Розмір питомого збитку, тис. дол./год.		
	Менше 50	Від 50 до 249	Більше 250
Промисловість	72%	22%	6%
Сфера послуг	87%	10%	3%
Інші види бізнесу	78%	16%	6%

Також було виявлено основні сфери діяльності підприємства, які в найбільшій мірі попадають від вплив відключення електропостачання (таблиця 3).

Збиток населення нижчий, ніж у промислових підприємств та сфери послуг. Втрати населення зростають при збільшенні тривалості відключення електроенергії і навпаки у промисловості та сфері послуг [9].

Таблиця 3.
Розподіл частки підприємств по основним сферам прояву збитку.

Вид бізнесу	Причини збитку
-------------	----------------

	Основна діяльність	Продаж і маркетинг	Інформаційні технології	Робота з клієнтами
Промисловість	61%	11%	6%	0%
Сфера послуг	30%	23%	13%	13%
Інші види бізнесу	32%	18%	15%	13%

Оцінка рівня надійності послуг мережевої організації, на наш погляд, буде найбільш адекватною при обліку тяжкості наслідків перерв в електропостачанні для підприємств-споживачів. Природно, що припинення постачання електроенергії однієї тривалості, у різних споживачів викликає різну тяжкість майнових або соціальних наслідків і, відповідно, різний збиток.

Тому саме економічні збитки цілком обґрунтовано можна вважати найбільш універсальним критерієм надійності енергопостачальної компанії.

Варто зазначити, що встановити конкретну величину економічного збитку досить складно, однак є ряд об'єктивних факторів, від характеристик яких щодо конкретного споживача залежить рівень шкоди, заподіяної йому у зв'язку з перервою у наданні послуг.

Найбільш універсальним економічним критерієм оптимальності рівня надійності є мінімум сумарних економічних витрат, які включають в себе додаткові витрати на підвищення надійності електроенергетики в цілому і кожного з її компонентів і збиток від порушень електропостачання при заданій прибутковості інвестованого капіталу [3, с. 114].

Графічна інтерпретація зміни витрат і їх головних складових при зміні надійності електропостачання (рис.2.) показує, що збільшення надійності системи електропостачання призводить до зменшення сумарного збитку (З) від порушення електропостачання (у підприємств і системи), але вимагає додаткових витрат (інвестицій в резервування мережі і відповідних витрат по експлуатації). При цьому зі зростанням резервних елементів системи, що збільшують надійність електропостачання, додаткові витрати ростуть рівномірно, а збиток зникає нерівномірно.

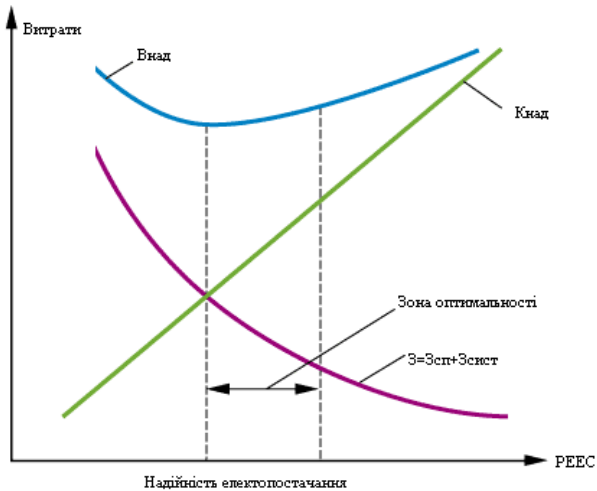


Рис. 2. Принциповий характер зміни витрат та їх головних складових при зміні надійності електропостачання [12]

На рис. 2. позначено: $V_{над}$ – витрати електроенергетичної системи (ЕЕС) на забезпечення надійності електропостачання; $K_{над}$ – коефіцієнт надійності, Z – загальний збиток; $Z_{сп}$ – збиток споживачів-підприємств; $Z_{сист}$ – збиток системи; $R_{ЕЕС}$ – надійність ЕЕС.

У зв'язку з цим сумарні витрати з урахуванням оптимального збитку мають широку зону оптимальності (або невизначеності), в межах якої зміна показника надійності в широкому діапазоні ($R_{ЕЕС}$) практично не призводить до істотної зміни витрат ($V_{над}$). Необхідно зазначити, що при зростанні коефіцієнту надійності, витрат ЕЕС для забезпечення надійності електропостачання загальний збиток зменшується [12].

Надійність електропостачання виявляється оптимальною в тому випадку, якщо приріст очікуваного збитку (у підприємств і системи) на одиницю додаткових інвестицій (капіталовкладень) дорівнюватиме сумі значень норм прибутковості інвестованого капіталу, амортизації і експлуатаційних витрат.

Використання економічних критеріїв для обґрунтування оптимального рівня надійності ЕЕС та її компонентів вимагає особливо відповідального підходу до оцінки економічних наслідків порушення електропостачання підприємств-споживачів у різних галузях економіки, в соціальній сфері тощо [1, с. 145].

Необхідно зазначити, що споживання енергоресурсів на виробництво продукції вітчизняними підприємствами суттєво перевищує енерговитрати закордонних виробників у 1,5 - 2 рази [2, с. 33].

Отже, можна зазначити, надійності енергосистеми є найбільш комплексним показником. Оскільки він інтегрально характеризує всі властивості надійності системи, включаючи режим її загрузки і значення споживача енергії.

Найбільш адекватною оцінка рівня надійності послуг мережевої організації опиниться при обліку тяжкості наслідків для споживачів перерв в електропостачанні.

Доцільним буде розглянути процедури економічного регулювання питань надійності електропостачання, по перше, через включення економічних збитків підприємств-споживачів електричної енергії до тарифів на електричну енергію. По друге, з літературних джерел відомо, що збитки від відмов систем електропостачання можна компенсувати завдяки використанню страхування ризиків підприємств – споживачів електроенергії.

Висновки. Отже, сьогодні великої актуальності набуває використання індикаторів SAIDI, SAIFI надійності електропостачання промислових підприємств.

Зрозуміло, що припинення поставок електроенергії однакової тривалості у різних підприємств-споживачів викликає різну тяжкість економічних наслідків. Тому ми вважаємо, що саме економічний збиток можна рахувати критерієм надійності надання послуг енергопостачальної компанії, а індекс SAIDI буде слугувати заданим параметром тривалості перебоїв електричної мережі, що характеризує середній час, протягом якого мали місце перерви в електропостачанні всім споживачам одночасно.

На сьогодні, в Україні відсутні дієві економічні методи підвищення надійності систем енергопостачання для різних галузей економіки: промисловості, транспорту, сільському господарству, комунальному та житловому секторам.

Список використаних джерел.

- Гук Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике: [Учебное пособие для вузов] / Ю. Б. Гук – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр.отд-ние, 1990 – 208 с.
- Письменная У. С. Экономичный механизм реализации политики энергоэффективности в Украине: [Пособие] / У. С. Письменная, В. Е. Лір. – К.: НАН України; Ін-т екон. та прогноз., 2010. – 208 с.
- Сотник І. М. Економіка енергетики: [Навч. посібник] / Л. Г. Мельник, О. І. Нарінцева, І. М. Сотник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 238 с. Тираж 1000 шт.
- Аспекты развития электроэнергетики Азербайджана в условиях рыночной экономики [Электронный ресурс] / А. Кулиев // Energyonline – 2010. – №2(3). – С. 2. – Режим доступа до журн: http://www.energyonline.ge/energyonline/issu3_sep_2010/3_mimoxilvitinacili/rus/ax-Kuliev-rus.pdf
- Методические основы расчета уровня надежности и качества услуг сетевых организаций [Электронный ресурс] / Валерий Эдельман, исполнительный директор ОАО «Экономтехэнерго», д. э. н., профессор Илья Фраер главный научный сотрудник ОАО «Экономтехэнерго», к. т. н., с. н. с. Журнал "ЭнергоРынок" №6 за 2010 год. Режим доступа до ресурсу: <http://www.e-m.ru/er/2010-06/29613/>. — Назва з екрану.
- Надёжность [Электронный ресурс] / Википедия свободная энциклопедия. Режим доступа до ресурсу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Надёжность>
- Надежность электроснабжения как инструмент регулирования отношений между поставщиками и потребителями энергии [Электронный ресурс] / В.В.Воротницкий // "Энергия и Менеджмент" журнал для энергетиков 3(48), 2009 – Режим доступа до ресурсу: http://web-energo.by/page.php?form_id=569.
- Основы управления надежностью энергетических компаний на электроэнергетическом рынке России. [Электронный ресурс] Клочкова Н.В., канд. экон. наук, Иванова О.Е., ассист. «Вестник ИГЭУ», 2008 г., № 1. Режим доступа до ресурсу: <http://www.ispu.ru/files/%2015-18.pdf>. — Назва з екрану
- Оценка ущерба и регулирование ответственности за перерыв в электроснабжении: зарубежный опыт/ Валерий Лесной // Проблемы анализа риска №1, 2005.
- Про надання ліцензіатами інформації за формою моніторингу показників якості. [Електронний ресурс] / N 68-р, 06.07.2006, Розпорядження, Форма, Рекомендації, Національна комісія регулювання електроенергетики України. Режим доступа до ресурсу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1044.15703.0.> – Назва з екрану.
- Регулирующие информационные системы: Перебои в подаче электроэнергии. Аварийные ситуации системы Пенсильвании, Нью-Джерси и Мэриленда

[Електронний ресурс] / Джон Миллер // Комиссия по коммунальным предприятиям штата Пенсильвания 21 октября 2002 г. Делегация из Европы – Режим доступа до ресурсу: www.erranet.org

12. Учет надежности электроснабжения при расчете тарифов [Електронний ресурс] / В. Непомнящий, В. Овсейчук // Новости электротехники – 2010. – № 6(66). – Режим доступа до ресурсу: <http://www.news.elteh.ru/arh/2010/64/04.php>

Стаття надійшла до редакції 01.02.2012 р.



ТОВ "ДКС Центр"